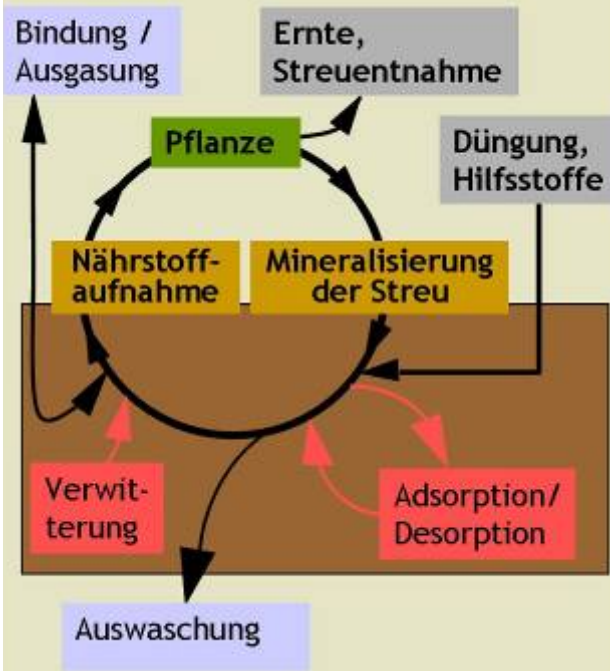




Düngen im Haus- und Kleingarten? Ja, aber richtig

Vortrag

Gesellschaft der Staudenfreunde
Regionalgruppe Hamburg

8. Februar 2009

von
G. Miehlich

Institut für Bodenkunde
der Universität Hamburg

Dies ist die erweiterte Fassung eines Vortrags. Der Inhalt wird zur Information der Teilnehmer zur Verfügung gestellt. Alle Bilder und Grafiken stammen vom Autor.

Eine Weiterverwendung dieser Unterlage ist nur mit Zustimmung des Autors möglich (Kontaktadresse: g.miehlich@gmx.de).

Themen

Auf den Boden kommt es an

- **Bodenart**
- **pH-Wert**
- **Bodenwasser**
- **Bodenluft**

Pflanzen haben individuelle Ansprüche

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Der Nährstoffkreislauf

Dünger

- **Organische Dünger**
- **Mineraldünger**
- **Brauchen wir so viele Dünger?**

Düngung

- **Zusammensetzung der Dünger**
- **Menge der Düngung**
- **Zeitpunkt der Düngung**

Gesetzlicher Bodenschutz im Garten?

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Vorbemerkung:

Es sollte uns immer bewusst bleiben, dass die Nährstoffversorgung nur ein Faktor unter mehreren ist, die das Wachstum der Pflanze bestimmen.

Biotische Faktoren:

- Art, Sorte
- Konkurrenz

Abiotische Faktoren

- Licht
- Temperatur
- Wasser
- **Nährstoffe**
- pH-Wert
- Sauerstoff im Boden

} Bodenfaktoren

Wir sollten uns daher zunächst mit den übrigen Bodenfaktoren beschäftigen.

Auf den Boden kommt es an

Auf den Boden kommt es an



Von den vielen Bodeneigenschaften, die auf die Nährstoffversorgung von Pflanzen einen Einfluss haben, soll hier kurz auf die Korngrößenverteilung, den Humusgehalt, den pH-Wert, den Wasserhaushalt und die Bodenluft eingegangen werden.

Auf den Boden kommt es an

Die Korngrößenverteilung des Mineralbodens



viel Sand (Heide)

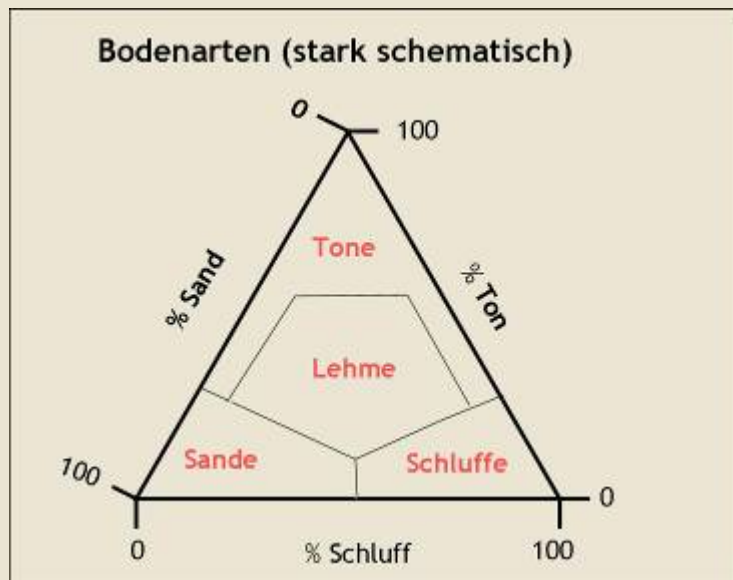


viel Schluff (Lössgebiete)



viel Ton (Marsch)

Die Festsubstanz der Böden besteht aus Mineralkörnern und Humus. Den Mineralboden unterteilt man zunächst in Grobboden (>2 mm, z.B. Steine) und Feinboden (< 2 mm), der wiederum in die Fraktionen Sand (körnig, 2 - 0,63 mm), Schluff (mehlig, 0,63 - 0,002 mm) und Ton (feucht: klebrig, $< 0,002$ mm) getrennt wird.



Im Boden kommen immer Gemische der Kornfraktionen vor, die als **Bodenarten** bezeichnet werden. Die Hauptbodenarten des Feinbodens sind Sande, Schluffe, Lehme und Tone.

Auf den Boden kommt es an

Die Bodenart steuert eine große Zahl von Standorteigenschaften der Böden:

Bodenart	Sand	Lehm	Ton
Speicherung an pflanzenverfügbarem Wasser	gering	hoch	mittel
Durchlüftung	sehr hoch	hoch	gering
Drainage	hoch	mittel	gering
Festigkeit (trocken)	lose	locker - fest	hart
Festigkeit (nass)	lose	weich	zähklebrig
Bearbeitbarkeit	leicht	mittel	schwer
Speicherung an pflanzenverfügbaren Nährstoffen	gering	mittel	hoch

Optimum

Optimal sind lehmige Sande und sandige Lehme.

Auf den Boden kommt es an

Schätzung der Bodenart:

Wegen der großen Bedeutung der Bodenart sollte jeder Gärtner die Bodenart seines Gartenbodens kennen. Man nehme ca. 10 cm³ Boden und feuchte ihn leicht an und knete bis die Masse gleichmäßig feucht und geschmeidig ist, quetscht etwas davon zwischen Daumen und Zeigefinger und rollt sie zwischen den Handflächen. Die offizielle Einteilung der Bodenart ist sehr kompliziert. Für den Hausgebrauch eines Gärtners reicht folgende Gliederung:

Sande (Reiner Sand, Sand mit geringen bis mittleren Beimengungen von Schluff und Ton): Bodenprobe besteht überwiegend aus den sicht- und fühlbaren Sandkörnern, beim Quetschen zwischen den Fingern bleibt nur wenig Material in den Fingerrillen zurück, die Probe lässt sich nicht zu einer halbbleistiftdicken Rolle (Φ ca. 4 mm) formen.

Lehme und stark lehmige Sande: Probe lässt sich zu einer halbbleistiftdicken Rolle formen, die bei hohem Sandanteil brüchig wird. Beim Quetschen zwischen den Fingern bildet sich auf dem Bodenplättchen eine glänzende Oberfläche.

Tone: (Reiner Ton, und Tone mit geringen bis mittleren Beimengungen von Schluff und Sand): Probe lässt sich feiner als eine halbe Bleistiftdicke ausrollen, bricht und reißt nicht beim Verbiegen, kein oder sehr wenig Sand fühlbar, Bodenprobe klebt und bildet glänzende Reibflächen.

Schluffe: (Reine Schluffe und Schluffe mit geringen bis mittleren Beimengungen von Sand und Ton): Kein oder höchstens wenig Sand spürbar, Probe lässt sich nicht zu einer halbbleistiftdicken Rolle formen, die Probe klebt nicht zwischen den Fingern, sondern fühlt sich wie frischer Mehlbrei an.

Auf den Boden kommt es an

Was ist und wie wirkt Humus im Boden

Humus besteht aus Streu (alle abgestorbenen Reste von Pflanzen und Tieren) und ihren Umwandlungsprodukten, den Huminstoffen.



Positive Eigenschaften des Humus für den Gartenboden:

- Er ist Nahrung für Bodenorganismen (z.B. Regenwürmer, die den Boden auflockern).
- Bei der Zersetzung der Streu werden für Pflanzen unverzichtbare Nährstoffe (z.B. Stickstoff, Phosphor, Kalium) freigesetzt.
- Huminstoffe können, wie die Tonminerale Nährstoffe an die Oberfläche binden.
- Huminstoffe sind Schleimstoffe, die gemeinsam mit den Bodenorganismen dafür sorgen, dass ein stabiles Bodengefüge (z.B. Krümelgefüge) entsteht.
- v.a. in sandigen Böden erhöhen die Huminstoffe das Volumen des pflanzenverfügbaren Wassers.
- humusreiche, dunkle Böden sind „warme“ Böden, weil sie im Frühjahr schneller erwärmen.

Auf den Boden kommt es an

Kompostieren im eigenen Garten ist sinnvolle Kreislaufwirtschaft



Unmittelbar unter den frischen Abfällen "wimmelt" es von Regenwürmern (Kompostwurm, *Eisenia foetida*), 10 cm tiefer findet sich kein einziger Regenwurm. Um einen Fertigkompost zu gewinnen, lasse ich diesen Frischkompost in einer Miete mehrere Monate "nachrotten".

Neben diesem "fetten" Kompost aus Küchenabfällen stelle ich in Lattengestellen einen "mageren" Laubkompost her, den ich zur Anpflanzung und zur Humuszufuhr bei Pflanzen verwende, die einen schwach sauren, reichlich humosen Boden brauchen. In den Laubkomposthaufen habe ich noch nie einen Regenwurm gesehen.

Auf den Boden kommt es an

Wirkung von Kompostgaben auf den Boden:

- Kompostieren ist sinnvolles Recycling von organischer Substanz und Nährstoffen "vor Ort".
- Kompost hat eine erhebliche Düngewirkung, die oft eine weitere Düngung überflüssig macht, zumindest aber bei der Abschätzung der Düngemenge berücksichtigt werden muss.
- Kompostgaben erhöhen im Boden den Gehalt an organischer Substanz der Böden.
- Kompost fördert das Bodenleben.
- Wichtig insbesondere bei Sandböden: die Fähigkeit Nährstoffe austauschbar im Boden zu binden wird größer und der Anteil an pflanzenverfügbarem Wasser wird erhöht.
- Wichtig insbesondere bei tonreichen Böden: Das Gefüge der Böden wird feiner und damit die Durchlüftung verbessert.

Auf den Boden kommt es an

Einige Regeln für die Verwendung von Kompost:

- Frisch- (Roh)kompost sollte nur zum Mulchen verwendet werden. Er darf nicht zur Düngung oder in ein Pflanzloch gegeben werden. Nur Fertigkompost, der eine zweite Rottephase durchlaufen hat, wird zur Düngung verwendet.
- Der Nährstoffgehalt ist bei der Düngung zu berücksichtigen. Der Nährstoffgehalt schwankt je nach Kompostgut und Zusätzen erheblich.
- Als Aufwandmenge wird angegeben (Verband der Humus- und Erdenwirtschaft 2009):

Kultur	Aufwandmenge	Bemerkungen
Staudenbeete	8-15 l / m ² , alle 5 Jahre	ev. zusätzlich Kalium
Rasenflächen	4-8 l/m ² , alle 3 Jahre	
Gehölze, Sträucher, schwachwüchsige Stauden	3-5 l/m ² , alle 3 Jahre	
Gemüseflächen	1-3 l/m ² pro Jahr	zusätzlich Stickstoff und Kalium

Auf den Boden kommt es an

Torf ist keine Alternative zu Kompost

Eigenschaften von Hochmoortorf

- Er ist nährstofffrei. Düngertorf wird meist Mineraldünger zugesetzt, der teuer zu bezahlen ist.
- Er wirkt versauernd, was nur in seltenen Fällen erwünscht ist (z.B. Rhododendren, die meisten Erica-Arten, Heidelbeere)
- Er ist, einmal ausgetrocknet, wasserabweisend
- Er zersetzt sich in mineralischen Böden schnell
- Er wird zum großen Teil aus dem Baltikum importiert und dort naturnahen Mooren entnommen.

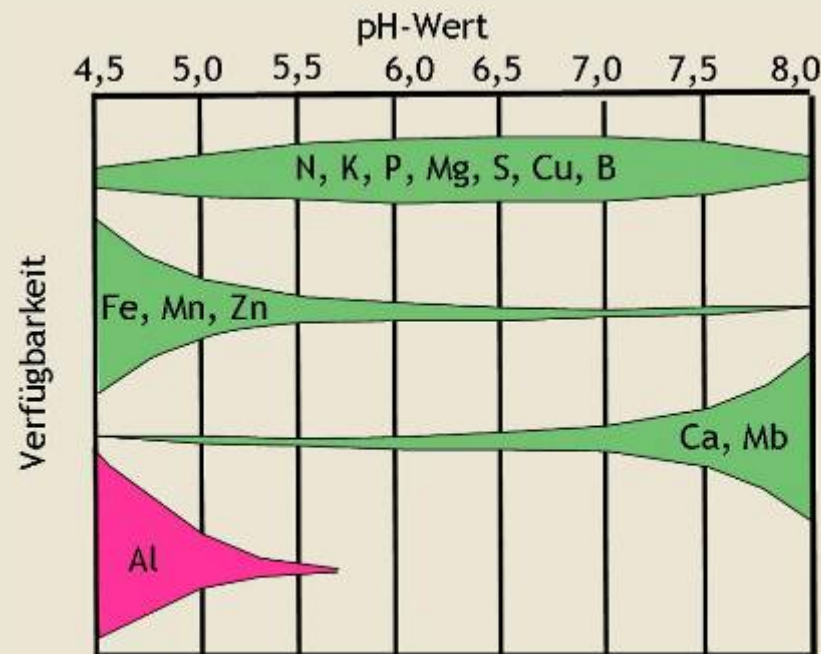
Mehr zum Thema Torf im Hausgarten: MIEHLICH 2007.

Auf den Boden kommt es an

Der pH-Wert und sein Einfluss auf die Verfügbarkeit von Nähr- und Schadstoffen

Der pH-Wert ist ein Maß für die Konzentration an Säure in einer Lösung. Der Neutralpunkt liegt bei pH 7; der Bereich oberhalb wird als basisch, der Bereich unterhalb als sauer bezeichnet. Mit jeder Änderung um 1 pH-Stufe vergrößert/verkleinert sich die Konzentration an Säure um das zehnfache.

In Böden treten pH-Werte von ca. 2,0 bis 14 auf. Von Sonderstandorten abgesehen sind für unsere Gärten pH-Werte zwischen 5,0 und 7,0 typisch.



nach WILD 1995, Abkürzungen vgl. S. 21

Die Verfügbarkeit vieler Nährelemente ist stark vom pH-Wert abhängig. Es gibt Stoffe, die um so verfügbarer sind, je höher der pH-Wert ist und umgekehrt. Das Optimum liegt, je nach Bodenart, zwischen 5,6 und 6,8. Für sandige Böden wird ein pH-Wert von 5,5 bis 6,0 empfohlen, tonige Böden sollten einen pH-Wert zwischen 6,0 und 6,5 haben.

Unterhalb von pH 5,5 tritt in tonhaltigen Böden verstärkt das für viele Pflanzen toxische Aluminium (Al) gelöst auf.

Auf den Boden kommt es an

Die Kalkung eines Bodens ist keine Calcium-Düngung, sondern dient v. a. der Regulierung des pH-Wertes.

Weil mit dem Sickerwasser basisch wirksame Bestandteile ausgewaschen werden, tendieren in Mitteleuropa alle Böden zur Versauerung. Mit Ausnahme der Böden aus Kalkgestein bzw. sehr kalkhaltigem Ausgangsgestein (z.B. Mergel) sind natürliche Böden in Deutschland sauer. Die Einstellung eines für die Pflanzenernährung günstigen pH-Wertes geschieht meist durch Einarbeitung von sogenanntem kohlensauren Kalk (CaCO_3) oder Dolomit ($\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$), das als langsam fließende Quelle auch noch Magnesium liefert.

Bei starker Versauerung empfiehlt sich eine Bodenuntersuchung mit Kalkungsempfehlung. Als Ausgleich für die Versauerung sollte man bei Sanden ca. 50, bei Lehmen ca. 60 und bei Tonen ca. 80 g Kalk / m² und Jahr geben.

Eine Kalkung ist bei allen säureliebenden (-vertragenden) Pflanzen (z.B. Rhododendren, viele Ericaceen) nicht erforderlich oder schädlich. Bei Stauden oder Büschen, die kalkhaltige Böden bevorzugen, kann reichlich Kalk in das Pflanzloch eingearbeitet werden, weil sich, unabhängig von der Kalkmenge, ein konstanter, leicht basischer pH-Wert einstellt und der Überschuss als Vorrat dient. Im Nutzgarten und bei vielen Zierstauden ist ein zu hoher pH-Wert wegen der Blockierung von Nährstoffen (v.a. Phosphor, Eisen, Mangan) zu vermeiden. Den pH-Wert eines Bodens gezielt abzusenken ist viel schwieriger, als ihn anzuheben.

Auf den Boden kommt es an

Die meisten Pflanzen benötigen Sauerstoff im Boden, den sie über ihre Wurzeln aufnehmen,

Abgesehen von den Wasserpflanzen, müssen alle Pflanzen für Atmungsvorgänge in den Wurzeln Sauerstoff aus der Bodenluft in die Wurzeln aufnehmen und geben Kohlendioxid (CO_2) an den Boden ab. Weil die Pflanzen, aber auch die Mikroorganismen, stets CO_2 abgeben, kann eine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff nur durch Luftaustausch gesichert werden, der praktisch ausschließlich in den Grobporen ($\Phi > 50 \mu\text{m}$) abläuft.

Dies ist im Sand, der zu > 20 Volumenprozent aus Grobporen besteht, kein Problem. In Lehmen und besonders in Tonen mit oft nur 5 - 10 Vol.% Grobporen kann Sauerstoffmangel auftreten, insbesondere, wenn der Boden feucht ist. Viele Stauden reagieren empfindlich auf "stauende Nässe", die durch dichte Lagen im Untergrund bedingt sind. Oft werden solche Lagen beim unachtsamen Umgang mit Böden während der Bauphase erzeugt.



In Lehmen und Tonen kann der Gärtner durch Bodenbearbeitung und Humuszufuhr ein Krümelgefüge (im Bild links) erzielen, durch das das Grobporenvolumen stark erhöht wird. Besonders in Schluffen, aber auch bei Lehm und Ton bewirkt eine hohe Belastung eine Bodenverdichtung (rechts im Bild), die nicht nur den Luftaustausch beeinträchtigt, sondern auch das Eindringen des Bodenwassers und die Durchwurzelung stark hemmt.

Auf den Boden kommt es an

Bodenwasser

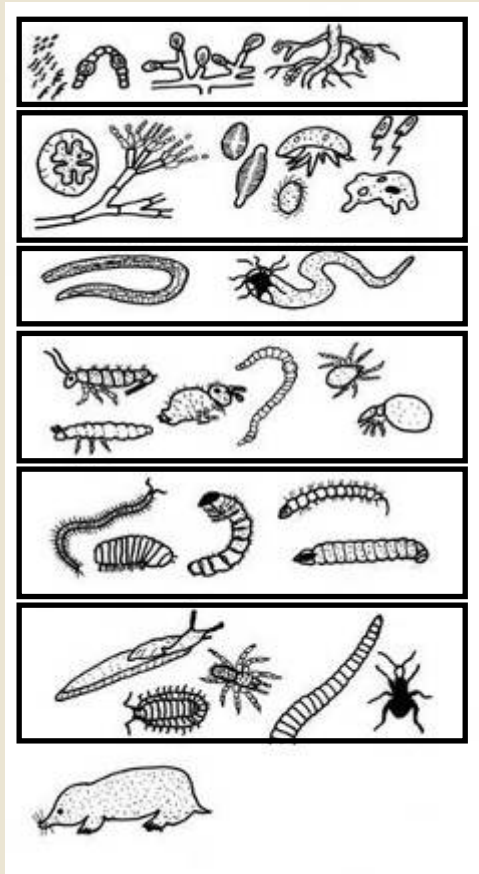
Vom Niederschlags- oder Gieswasser, das in den Boden eindringt, fließt der in Grobporen ($\Phi > 50 \mu\text{m}$) gespeicherte Anteil innerhalb von wenigen Tagen ins Grundwasser und steht den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung. Wasser in Poren zwischen 50 und $0,2 \mu\text{m}$ steht der Pflanze in Trockenzeiten zur Verfügung (pflanzenverfügbares Wasser). In Poren $< 0,2 \mu\text{m}$ gespeichertes Wasser kann von Pflanzen nicht entnommen werden (Totwasser). Je nach Bodenart unterscheiden sich die Anteile erheblich:

Porendurchmesser Verhalten des Wassers	$> 50 \mu\text{m}$ rasch versickernd	50-0,2 μm pflanzenverfügbar	$< 0,2 \mu\text{m}$ "Totwasser"
Sand [Vol%]	22	12	6
Schluff, Lehm [Vol%]	9	28	13
Ton [Vol%]	5	16	35

Im reinen Sand versickert der größte Teil des Niederschlags, bei den Bodenarten Schluff und Lehm wird das meiste Wasser pflanzenverfügbar gespeichert, Ton kann noch 35 Volumen % Wasser enthalten, ohne dass die Pflanze etwas davon hätte. In Trockenphasen stellen Böden mit den Bodenarten Schluff/Lehm den Pflanzen dreimal länger Wasser zur Verfügung als Sande. Um Verdunstungsverluste zu vermeiden, sollte in Abständen gründlich gewässert werden. Überprüfen Sie die Wirkung des Gießens gelegentlich an einem kleinen Anstich. Wenn nach dem Gießen die dunkle Front nur wenige cm dick ist, verlieren Sie den größten Teil durch Verdunstung.

Auf den Boden kommt es an

Im Boden sind unzählige Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien zuhause.



Unter einem Quadratmeter Wiese finden sich

Billionen Bakterien

Milliarden Pilze, pflanzliche und tierische Einzeller wie Algen, Amöben oder Geiseltierchen

Millionen Fadenwürmer

Zehn- bis Hunderttausende Springschwänze, Wenigborster (Enchytraeen) und Hornmilben

Hunderte Tausendfüßer, Insektenlarven,

fünfzig Schnecken, Asseln, Spinnen, Regenwürmer Käfer

und vielleicht ein Maulwurf

Die wichtigsten Funktionen der Bodenorganismen sind die Zersetzung der Streu, die Durchmischung des Oberbodens und die Bildung von stabilen Bodenaggregaten wie z.B. des Krümelgefüges (vgl. S. 16).

Was brauchen Stauden vom Boden?

Spezifische Ansprüche von Stauden an Böden

Pflanzen hatten Jahrtausende Zeit sich den Besonderheiten von Standorten anzupassen. Deshalb variieren die Bodenansprüche der Pflanzenarten ganz erheblich. Neben Pflanzen, die mit vielen Bodenbedingungen zurecht kommen, gibt es Spezialisten, die ungewöhnliche Bodeneigenschaften brauchen oder tolerieren. Gute Gartenbücher geben Auskunft über die Ansprüche an den pH-Wert, die Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanzen.

Da fleißige Gärtner fortwährend die Konkurrenz jäten und ihre Lieblinge gießen und düngen, wachsen die Pflanzen auch an "suboptimalen" Standorten. Sie können natürlich auch die speziellen Standorteigenschaften in ihrem Garten "künstlich" herstellen. Aber wie wäre es denn, Pflanzen nach den Standorteigenschaften ihres Bodens auszuwählen und nicht den Boden zu malträtieren, um Standorte für ihre Pflanzen zu schaffen.

Wenn Sie es trotzdem nicht lassen können: hier einige Vorschläge zur Boden"verbesserung":

Sandböden: Erhöhung der Sorption von Nährstoffen durch Einbringen von Tonmineralen (z.B. Bentonit): um in einem reinen Sand 5% Ton einzubringen, muss man bei einer Bodentiefe von 30 cm pro m² ca. 20 kg Bentonit einarbeiten, was ca. 20 € und viel Schweiß kostet. Günstiger ist es selbst erzeugten Kompost einzuarbeiten.

Tonböden: häufig lockern, kalken und Kompost einbringen.

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Was sind Nährelemente und Nährstoffe?

Nährelemente sind chemische Elemente, die Pflanzen für ihr Wachstum unabdingbar benötigen. Daneben gibt es nützliche Elemente, die teils das Wachstum fördern oder nur von bestimmten Pflanzen benötigt werden (z.B. Aluminium, das Farne benötigen, aber für höhere Pflanzen toxisch wirkt).

Nährstoffe sind chemische Verbindungen, in denen die Nährelemente vorkommen, z.B. Nitrat (NO_3^-), in dem das Nährelement Stickstoff (N) enthalten ist.

Einen Teil der Nährelemente beziehen die Pflanzen aus Luft und Wasser: Kohlenstoff (C als CO_2 aus der Luft); Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) aus dem Wasser.

Der große Rest wird von den Pflanzen aus der Bodenlösung aufgenommen.

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Nährelemente, die aus dem Boden aufgenommen werden:

Element	Durchschnittlicher Gehalt in Pflanzen (mg/kg)
Hauptnährelemente	
Stickstoff (N)	15 000
Kalium (K)	10 000
Calcium (Ca)	5 000
Magnesium (Mg)	2 000
Phosphor (P)	2 000
Schwefel (S)	1 000
Spurennährelemente Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn), Kupfer(Cu), Bor (B), Molybdän (Mb) u. a.	zwischen 100 (Eisen) und 0,1 (Molybdän) und trotzdem geht's nicht ohne!

Aus der Bodenlösung aufgenommen werden die Nährelemente als positiv oder negativ geladene Ionen: Stickstoff als Nitrat- (NO_3^-) oder Ammoniumion (NH_4^+), Phosphor überwiegend als Dihydrogenphosphation (H_2PO_4^-), Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan, Zink und Kupfer als positiv, Chlor, Bor, Molybdän als negativ geladene Ionen. Wichtig für Düngung: das Verhältnis der Nährelemente N:P:K:Mg:S ist ungefähr 100:13:67:13:7,

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Bedeutung der Nährelemente für die Pflanze:

Hauptnährelemente:

Stickstoff:	Wachstum, Ertrag
Phosphor:	Bildung von Blüten, Früchten und Wurzeln
Kalium:	Reguliert den Zelldruck, die Kälteresistenz u.a.
Calcium:	Reguliert den Zelldruck, wird von einigen Pflanzen in großer Menge gebraucht (oder ertragen)
Magnesium:	wichtiger Bestandteil des Blattgrüns (Chlorophyll)
Schwefel:	Bestandteil des Eiweißes

Die Mikronährelemente

Chlor, Bor, Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Molybdän u. a. sind häufig Bestandteile von Enzymen, die den Stoffwechsel der Pflanzen regeln.

Was sind und wie wirken Nährelemente?

Symptome bei Nährstoffmangel bzw. -überschuss

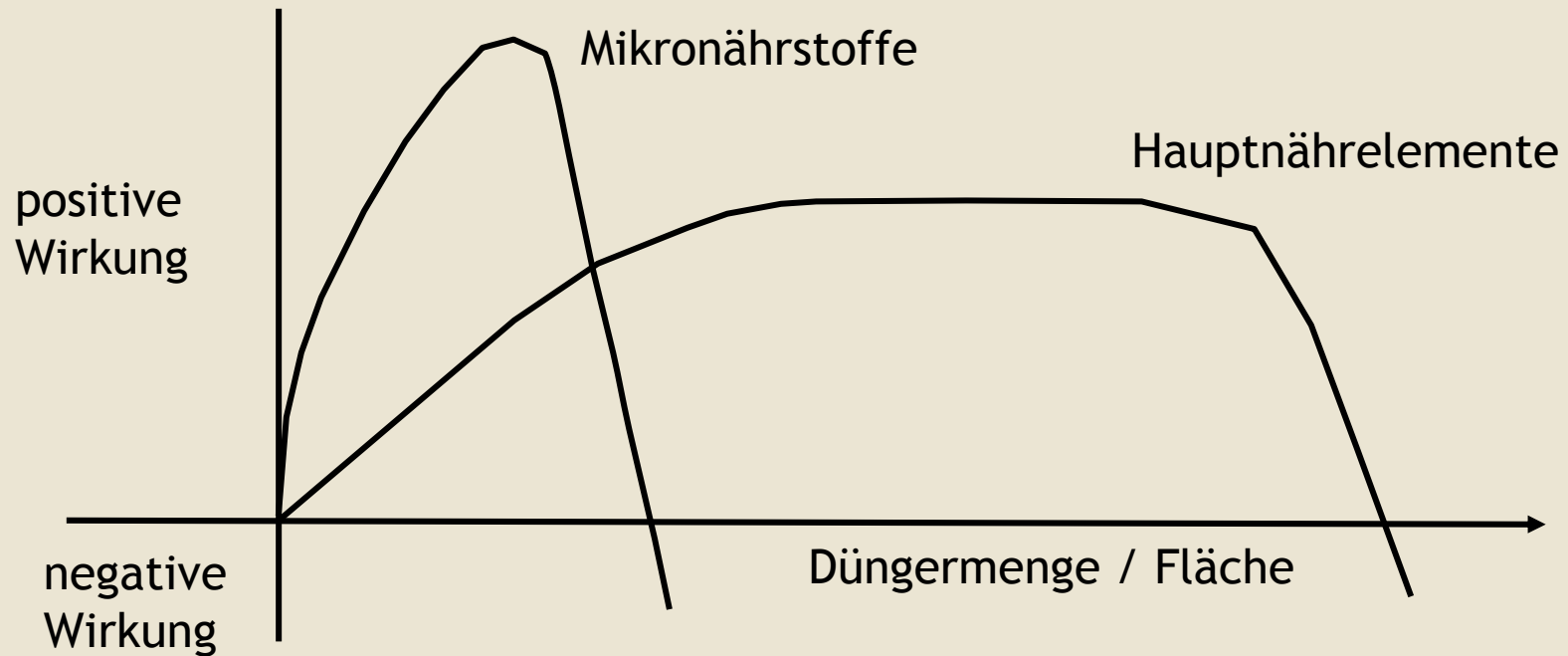
Bei deutlichem Nährstoffmangel oder -überschuss treten an Blättern typische Veränderungen auf (Details siehe Bergmann 1993).

Nährelement	Mangelsymptome
Stickstoff	Wachstum gering, ältere Blätter vergilben
Phosphor	Wachstum gering, Blätter starr, teilweise rötlich gefärbt
Kalium	Wachstum gering, gelbe oder braune Flecken auf älteren Blättern
Calcium	Vergilben junger Blätter, Stippigkeit der Äpfel
Magnesium	Ältere Blätter: Blattadern bleiben grün, Felder dazwischen werden gelb
Schwefel	Vergilben junger Blätter, Blattadern werden hell
Spurennährstoffe	diverse

Es gibt auch Überschusssymptome: bei zuviel Stickstoff werden die Stängel und Blätter lasch und die Blätter dunkelgrün. Bei Streusalzschäden vergilben die Blattränder und sterben ab.

Was sind und wie wirken Nährelemente?

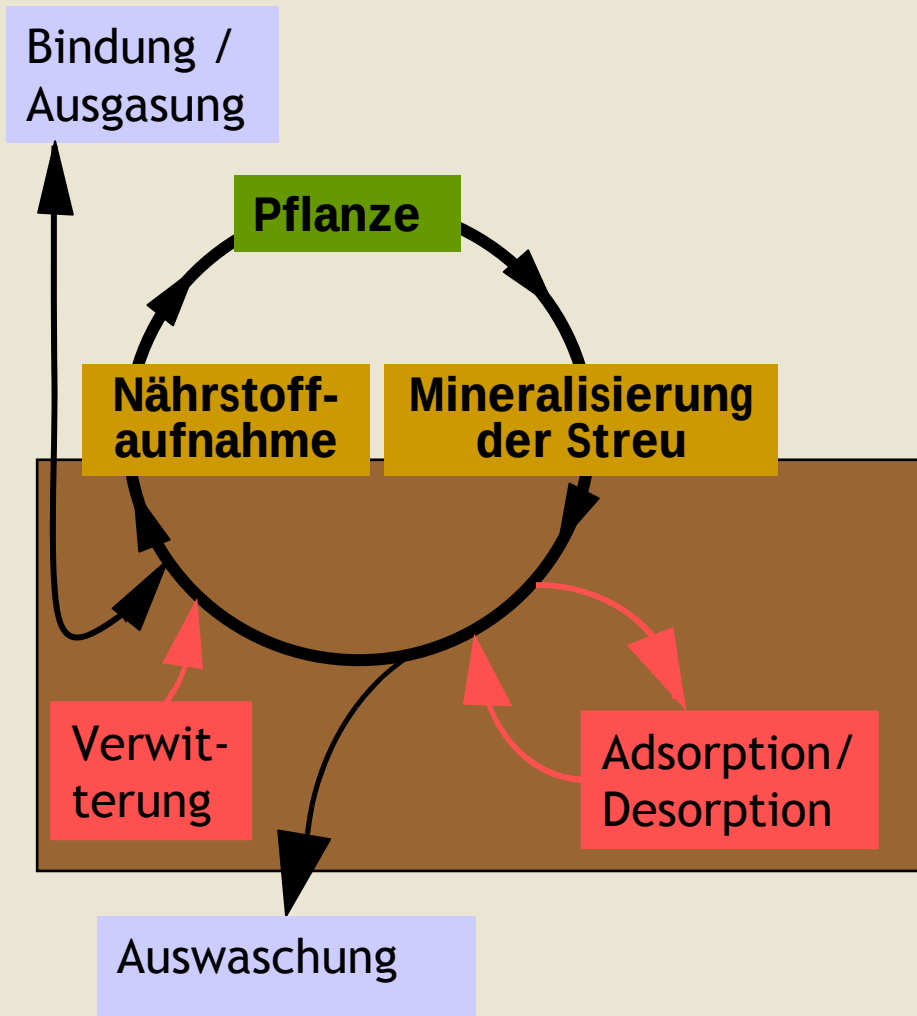
Wirkung der Düngung von Makro- und Mikronährelementen



Die positive Wirkung der Hauptnährelemente nimmt zunächst annähernd linear zu (Mangelbereich) und geht in ein Plateau (Maximum positiver Wirkung) über. Bei höheren Gaben (Überdüngung) ergeben sich zunächst keine Veränderungen, später nimmt die positive Wirkung ab und kann in eine negative Wirkung (Schäden) übergehen. Weil das Plateau oft sehr ausgeprägt ist, ist Überdüngung ohne negative Wirkung auf die Pflanze möglich, sie kann aber oft bereits zu Umweltschäden führen. Schon eine geringe Zufuhr von Mikronährelementen hat eine stark positive Wirkung. Weil das "Plateau" fehlt, sinkt die Wirkung danach rasch ab.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



Nährstoffkreislauf

Die Pflanze nimmt die Nährstoffe aus der Bodenlösung auf und gibt sie im Herbst größtenteils mit der Streu (Blätter, Zweige, Wurzeln) wieder an den Boden ab.

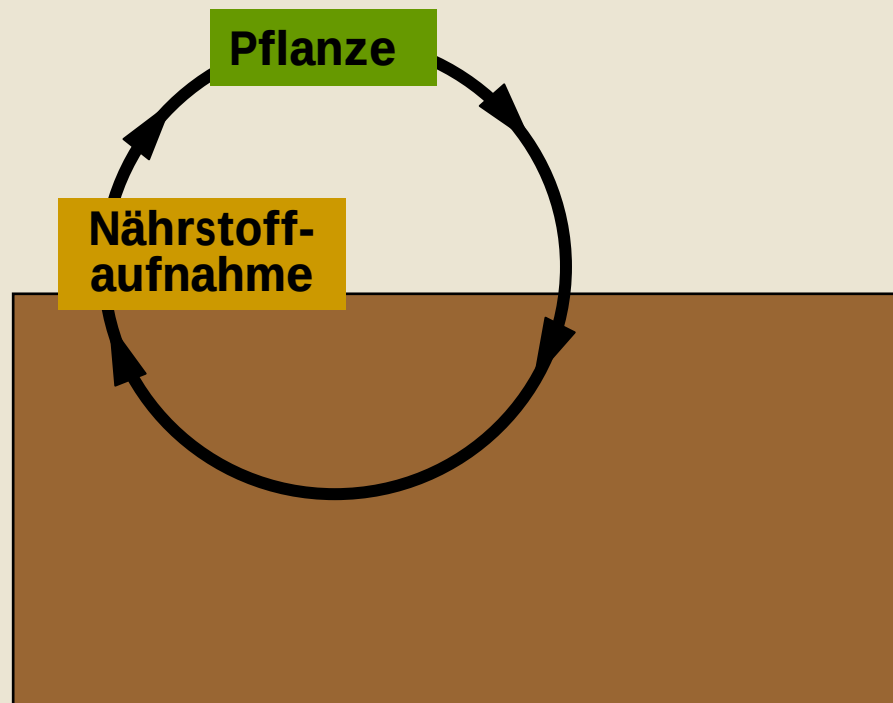
Im Verlauf der Streuzersetzung werden die Nährstoff-Ionen in die Bodenlösung abgegeben. Sie können ggf. im Boden zwischengespeichert werden und stehen der Pflanze bei Bedarf wieder zur Verfügung.

Die meisten Nährstoffe werden durch die Verwitterung aus den Mineralen der Gesteine freigesetzt. Nur Stickstoff stammt aus der Luft und wird durch Mikroorganismen für die Pflanzen verwertbar.

Nährstoffe verlassen das System Boden/Pflanze durch Auswaschung in das Grundwasser und durch Ausgasung in die Atmosphäre.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



Nährstoffaufnahme:

Die Pflanze entnimmt dem Boden in der Bodenlösung gelöste anorganische Nährstoff-Ionen (z.B. das Nitrat-Ion NO_3^-). Sie kann, von wenigen Ausnahmen abgesehen, keine organischen Stoffe aufnehmen.

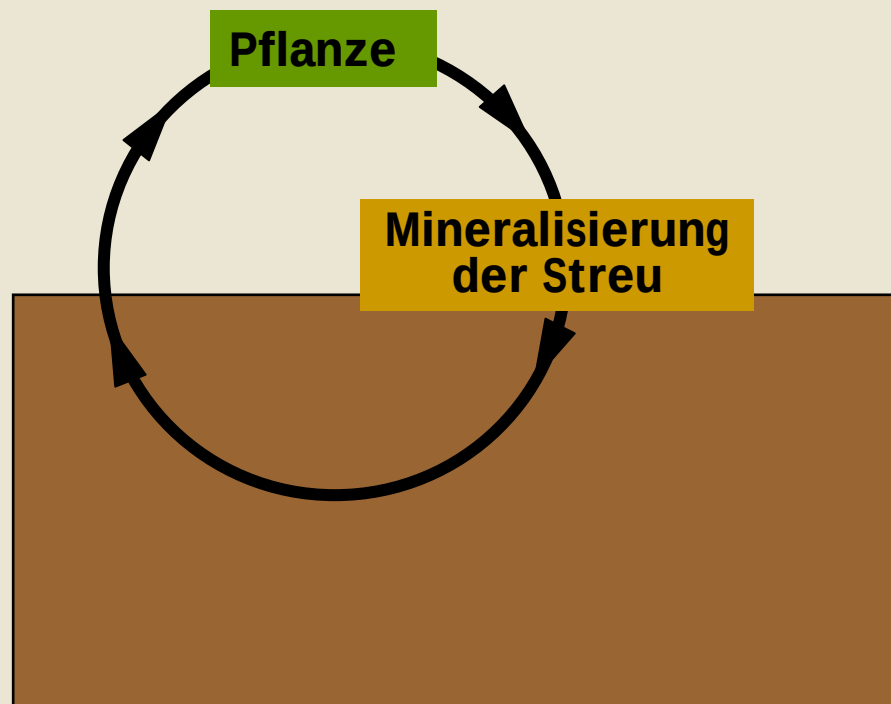
Pflanzen können in begrenztem Umfang Nährstoff-Ionen bevorzugen (sie nehmen z.B. relativ zur Bodenlösung mehr Kalium auf als Calcium).

Pflanzen können chemisch ähnliche Ionen nicht unterscheiden. Sie haben deshalb nach dem Tschernobyl-Unfall radioaktives Cäsium wie Kalium aufgenommen.

Bei der Nährstoffaufnahme gibt die Pflanze Wasserstoff-Ionen ab und nimmt im Gegenzug Nährstoffkationen auf. Dadurch senkt dabei in ihrer unmittelbaren Umgebung den pH-Wert.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



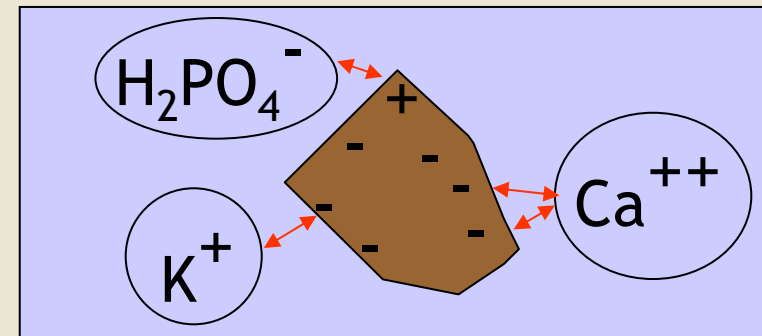
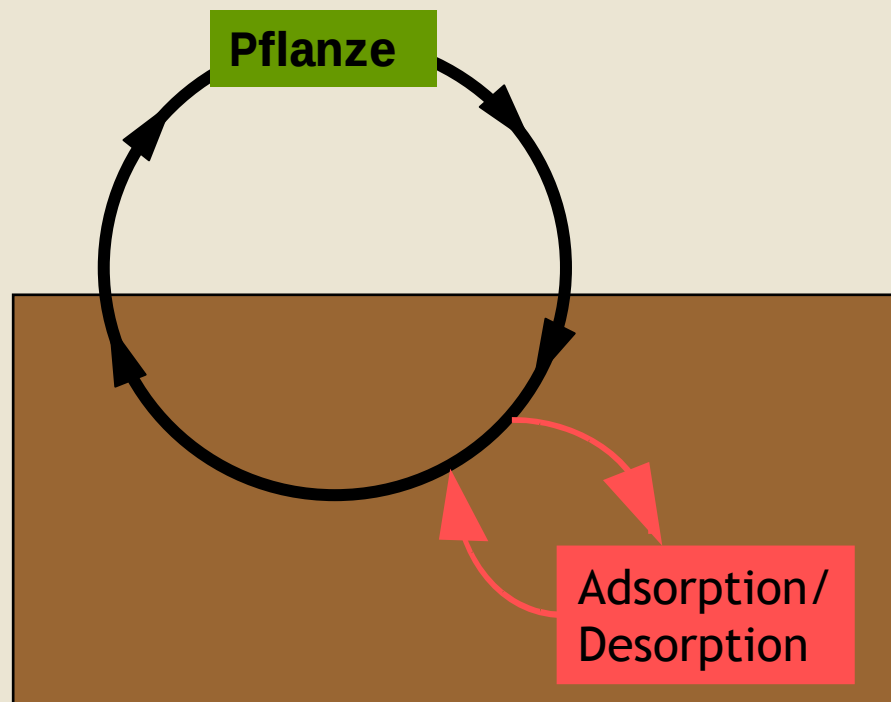
Mineralisierung der Streu:

Die im Herbst absterbenden Reste von Pflanzen (Blätter, Nadeln, Zweige, Wurzeln) und abgestorbene Tiere, werden durch Bodentiere zerkleinert und von Mikroorganismen in ihre Bestandteile zerlegt.

Dabei werden die in den Pflanzenorganen gebundenen Nährstoffe in Form von Ionen an die Bodenlösung abgegeben.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



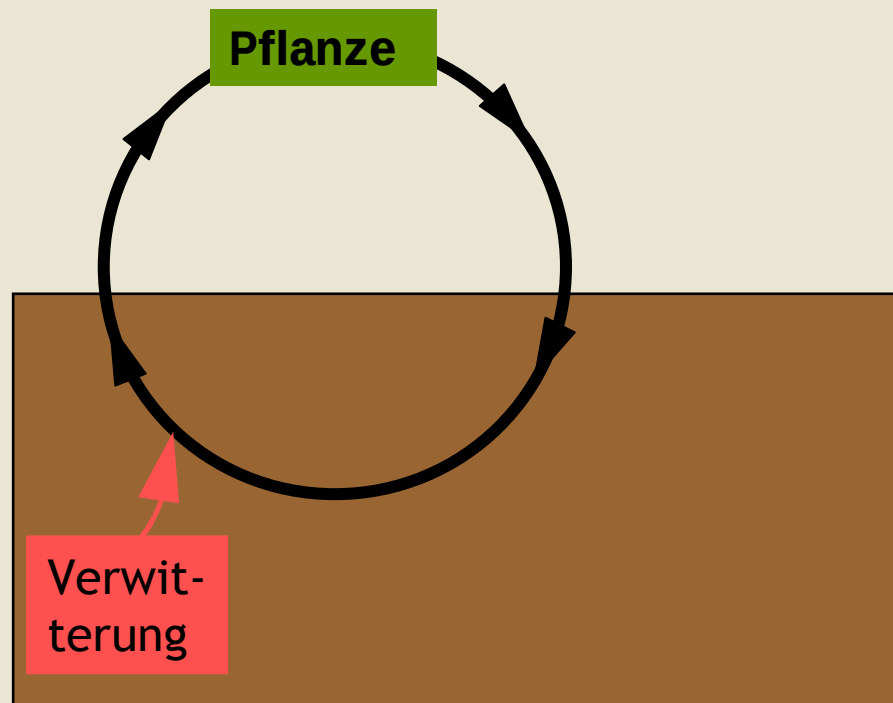
Adsorption/Desorption von Nährstoffionen im Boden

Vor allem die Tonminerale und die Huminstoffe des Bodens können Pflanzen-Nährstoffionen an ihrer Oberfläche speichern (Adsorption) und bei Bedarf wieder an die Bodenlösung abgeben (Desorption).

Dies ist vor allem im Winterhalbjahr wichtig, wenn die Pflanzen keine Nährstoffe aufnehmen, aber durch Mineralisierung der Streu oder Düngung Pflanzennährstoffe in die Bodenlösung eingebracht werden, die sonst weitgehend ins Grundwasser ausgewaschen würden.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



Verwitterung

In den Mineralen der Gesteine sind die meisten Nährstoffe in schwer löslicher Form gespeichert. Die Verwitterung zerlegt die Gesteine durch physikalische und chemische Prozesse zerkleinert und in ihre Bestandteile zerlegt. Dabei werden, wie bei der Mineralisierung, die Nährstoffe als Ionen in die Bodenlösung abgegeben.

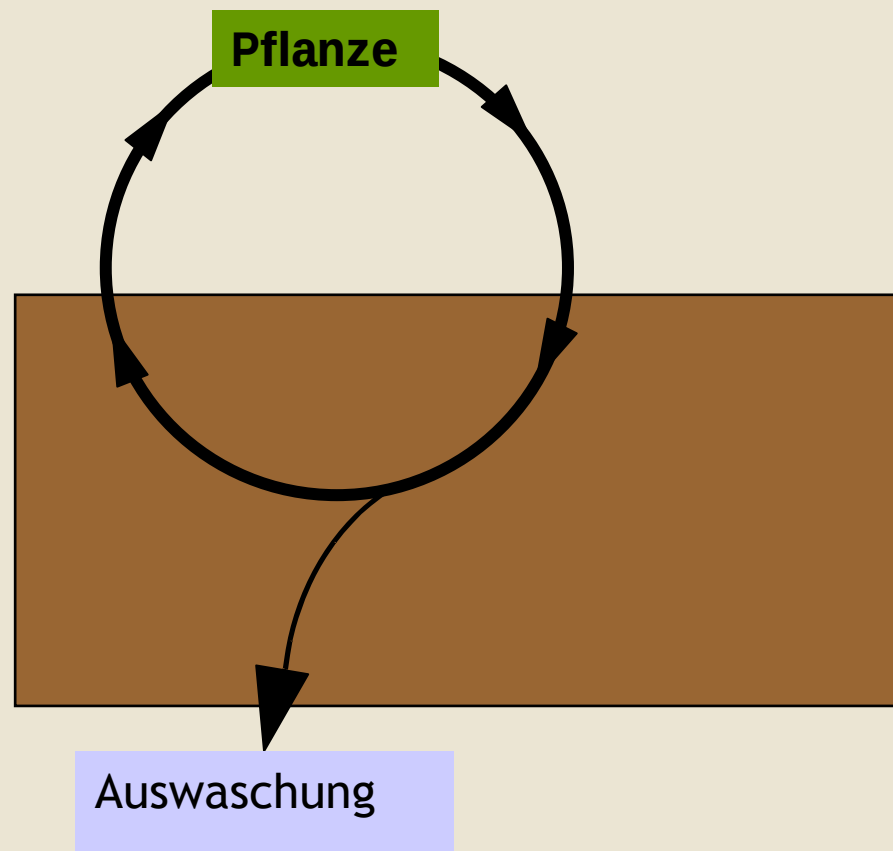
Dort können sie entweder von den Pflanzen aufgenommen, an Tonminerale oder Huminstoffe pflanzenverfügbar angelagert bzw. fixiert, zu neuen Mineralen umgebaut oder ausgewaschen werden.

Gesteine enthalten sehr unterschiedliche Konzentrationen an Nährelementen. Basalte sind nährstoffreich, viele Sandsteine und quarzreiche Sande sehr nährstoffarm. Die Verwitterung ist ein sehr langsamer Prozess, bei dem im Verlauf von Jahrhunderten nennenswerte Mengen an Nährstoffen freigesetzt werden.

Der Boden erhält zusätzlich Nitrat, das aus der Luft ausgewaschen wird. In Hamburg sind das derzeit ca. *** kg Stickstoff pro Hektar und Jahr.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



Auswaschung von Nährstoffen

Nährstoffionen können mit der Bodenlösung in das Grundwasser ausgewaschen werden.

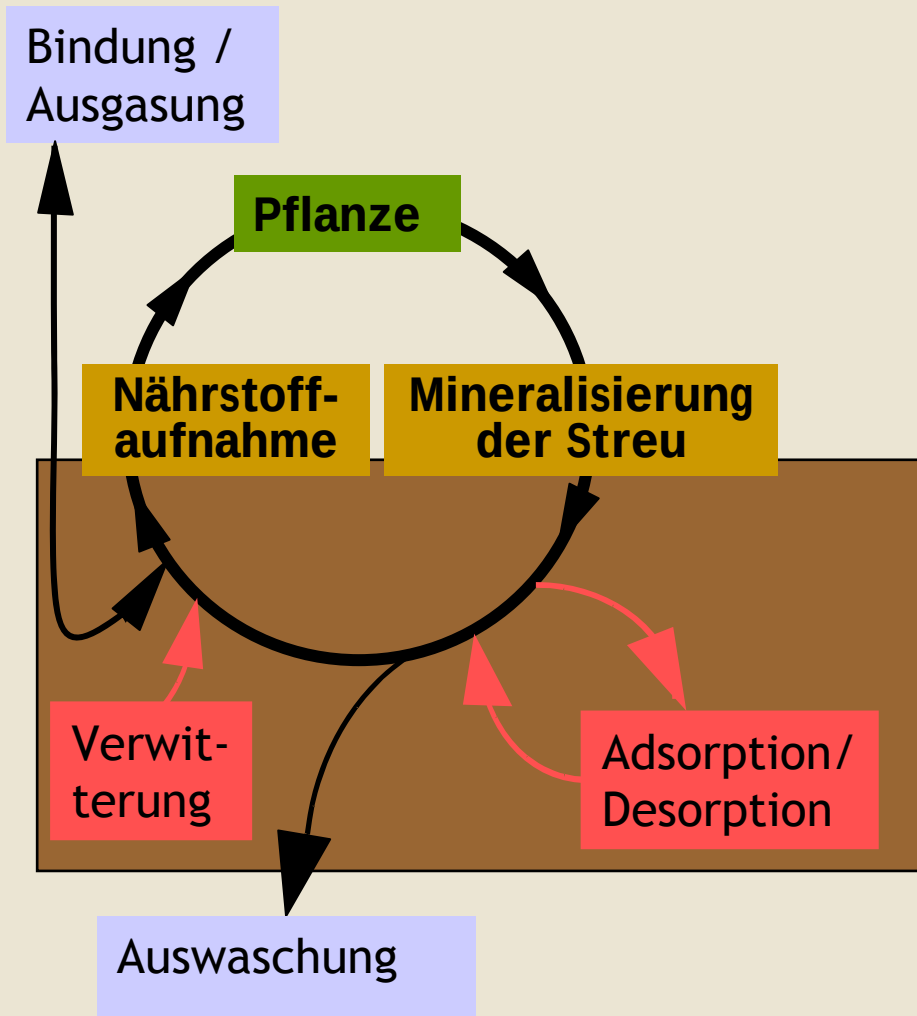
Dies führt nicht nur zu Nährstoffverlusten im Boden, sondern kann erhebliche Belastungen im Grundwasser bewirken.

Das Risiko der Nährstoffauswaschung ist in sehr sandigen und humusarmen Böden wegen der geringen Adsorption besonders groß.

Am problematischsten ist die Auswaschung von Stickstoff in Form des Nitrat-Ions (NO_3^-), das als negativ geladenes Ion nur sehr wenig im Boden adsorbiert werden kann.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf natürlicher Standorte



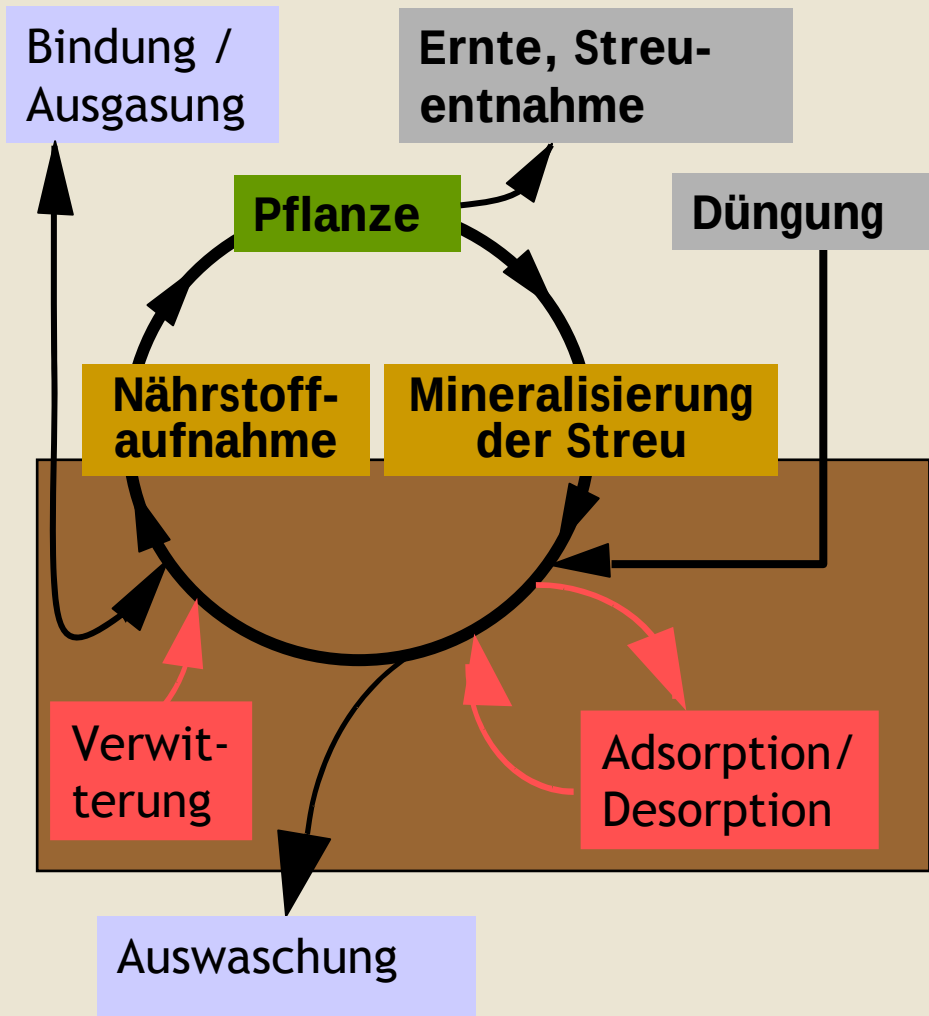
Nährstoffbilanz natürlicher Standorte

Solange die Nährstoffzufuhr aus Verwitterung und Stickstoffbindung den Nährstoffverlusten durch Auswaschung oder Ausgasung entspricht, ist die Nährstoffbilanz ausgeglichen. Auf sehr lange Sicht (Jahrhunderte, Jahrtausende) besteht im humiden Klima die Tendenz der Nährstoffverarmung, weil die Nährstoffauswaschung die Nachlieferung aus der Verwitterung meist übersteigt.

Der jährliche Umsatz an Nährstoffen hängt von den Nährstoffgehalten der Gesteine ab. In Böden aus nährstoffreichen Gesteinen (z.B. Basalt, Löss) stehen wesentlich mehr Nährstoffe zur Verfügung, entsprechend wachsen dort natürlicherweise wesentlich "anspruchsvollere" Pflanzen als in der Heide, deren Böden vor allem aus nährstofffreiem Quarzsand bestehen.

Der Nährstoffkreislauf

Nährstoffkreislauf genutzter Böden



Wirkung der Gartennutzung auf die Nährstoffe der Böden

Im Gemüse- und Obstgarten werden den Böden Nährstoffe durch die Ernte entzogen. Die Böden im Staudengarten verarmen v. a. durch die Entnahme von Laub und abgestorbenen Pflanzenteilen; bei Rasen werden mit dem Graschnitt Nährstoffe entfernt.

Ob und wieviel gedüngt werden muss, hängt vom Nährstoffbedarf der Pflanze und vom Nährstoffzustand des Bodens ab. Bei mittleren Nährstoffgehalten des Bodens sollten lediglich die Entzüge durch Düngung ersetzt werden. Bei verarmten Böden sollte durch Düngung ein mittlerer Nährstoffstatus erreicht werden. Bei nährstoffreichen Böden sollte die Düngung ganz unterbleiben bzw. lediglich die Unterversorgung einzelner Nährstoffe ausgeglichen werden.

Untersuchungen zeigen, dass viele Gartenböden überdüngt sind.

Dünger

Was sind Dünger?

Dünger sind Nährstoffe oder andere Stoffe, die positiv auf die Nährstoffversorgung der Pflanzen wirken.

Man unterscheidet **Organische** und **mineralische Dünger**

In **Organischen Düngern** sind die Nährelemente Bestandteil von organischen Verbindungen.

Beispiele: Kompost, Mist, Rinderdung, Guano, Hornmehl, Knochenmehl

Die Freisetzung der Nährelemente aus organischen Düngern erfolgt im Boden durch mikrobielle Zersetzung. Organische Dünger sind deshalb langsam wirkende Nährstoffquellen.

Mineralische Dünger sind anorganische Verbindungen der Nährelemente.

Beispiele: Kalkammonsalpeter, Superphosphat und Kombinationen von Nährsalzen (Mehrstoffdünger, Spezialdünger)

Die Freisetzung erfolgt, mit Ausnahme von Phosphor, rasch und vollständig durch Lösung der Salze.

Dünger

Nährstoffgehalte einiger organischer Dünger

Dünger	Stickstoff	Phosphor	Kalium	Calcium	Mikro	Ausnutzung 1./2./3. Jahr %
	%					
Rinderdung (getrocknet)	1,6	0,7	3,6	2,4	mittel	45/34/20
Peru-Guano	7	5	1,8	9,0	viel	60/25/15
Hornmehl, Hornspäne	12	2	-	3,4	wenig	50/30/20
Knochenmehl	3,5	11	0,17	17	mittel	30/35/35
Kompost	0,5 - 1,5	0,05 - 0,4	0,3 - 0,7	0,4 - 5	mittel	40/30/30

- Die Zusammensetzung der organischen Dünger ist teilweise nicht auf den Bedarf von Pflanzen abgestimmt. Hornmehl enthält z.B. kein Kalium; das Verhältnis von N/P/K von Peru-Guano ist für Stauden ungünstig (zuviel P, zuwenig K).
- Der Nährstoffgehalt im Kompost schwankt in weiten Grenzen.
- Es ist die Düngewirkung in den Folgejahren zu berücksichtigen.

Dünger

Mineraldünger - ohne ein wenig besondere Chemie geht es nicht

Altertümliche Namen:

Kohlensaurer Kalk (hinter dem sich schlichter Kalk, CaCO_3 , verbirgt), Branntkalk (die stark ätzende Verbindung Calciumoxid, CaO), Kalkammonsalpeter (Ammoniumnitrat, NH_4NO_3 + Kalk) u.s.w.

Eigenartige Bezugsgrößen:

Um die Nährelementgehalte unterschiedlicher Dünger aufeinander beziehen zu können, wird häufig die Oxidform gewählt (was aber nichts mit der Verbindung im Dünger zu tun haben muss): Umrechnung: $\text{P}_2\text{O}_5 \times 0,44 = \text{P}$, $\text{K}_2\text{O} \times 0,83 = \text{K}$, $\text{MgO} \times 0,6 = \text{Mg}$, $\text{CaO} \times 0,41 = \text{Ca}$.

Die Angabe 12:12:17:2:6 auf einer Düngerverpackung bedeutet also: 12 % N, 5,3 % P, 14,1 % K, 1,2 % Mg und 6 % S.

Wirksamer Anteil:

Da Phosphordünger sich schwer lösen, wird statt des Gesamtgehalts nur der lösliche Anteil angesetzt. Da Phosphor im Boden stark immobilisiert wird, kommt es in Gartenböden häufig zu starker Anreicherung an Phosphor

Dünger

Mineraldünger - ohne ein wenig besondere Chemie geht es nicht

Physiologisch saurer Dünger:

Löst man die chemische Verbindung Ammonsalpeter, NH_4NO_3 , in Wasser, so ist die Lösung sehr schwach sauer. Im Boden wirkt sie jedoch stark versauernd, weil Bakterien das Ammoniumion zu Nitrat oxidieren und dabei Säure freisetzen. Um dies zu vermeiden, setzt man eine der frei werdenden Säure entsprechende Menge an Kalk zu (daher Kalkammonsalpeter). Ich verwende physiologisch saueres Ammonsulfatsalpeter für die Düngung von säureliebenden Rhododendren etc.

Mehrstoffdünger:

Meist werden im Gartencenter Mehrstoffdünger (meist NPK-Dünger) angeboten. Einzeldünger braucht man, wenn für Spezialzwecke oder wenn man Dünger selbst mischen will.

Spezialdünger:

Vor allem für Hobbygärtner gibt es eine schier unübersehbare Zahl von teils sehr speziellen und entsprechend teureren Düngern, die meist mit dem Slogan "ausgewogen" werben.

Dünger

Wichtige Mineraldünger

Handelsname	Formel	Gehalt Nährelement (%)	Gehalt Nebenbestandteile	Bemerkung
Stickstoffdünger				
Kalkammonsalpeter	NH_4NO_3 + Kalk	23	15% Ca	physiologisch neutral
(Chile-) Natronsalpeter	NaNO_3	16	26% Na	das hat Hamburg reich gemacht
Ammonsulfat-salpeter	NH_4NO_3 $x(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	26	15% S	physiologisch sauer
Phosphordünger				
Superphosphat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	8	50% CaSO_4	P: bewerteter Anteil
Kalidünger				
Kainit	KCl	11-50		für chlorid-verträgliche Pflanzen
Patentkali	K_2SO_4 $x2\text{MgSO}_4$	25	11% Mg, 17% S	für chloridun-verträgliche Pflanzen

Dünger

Mineraldünger oder organische Dünger?

Die Pflanze kann, von wenigen Stickstoffformen abgesehen, Nährstoffe nur in gelöster Form als Ionen aufnehmen (z.B. als Nitration(NO_3^-) oder das Dihydrogenphosphation (H_2PO_4^-)).

Gleichgültig, ob man Mineraldünger oder organische Dünger gibt, es muss entweder eine Lösung stattfinden (Mineraldünger) oder die Nährstoffionen müssen durch eine Umsetzung unter Beteiligung von Bakterien als Ionen in die Bodenlösung überführt werden.

Organische Dünger sind meist langsam fließende Quellen, eine Überangebot an Nährstoffen ist selten. Je nach Witterungsverlauf und Düngezeitpunkt kann es zu einer Unterversorgung in der Phase des hohen Bedarfs oder zu einer Freisetzung zum falschen Zeitpunkt kommen (z.B. bei Düngung im Herbst und mildem Verlauf des Winters).



Bei Mineraldüngern besteht die Gefahr der Überdüngung, entweder der Gesamtfläche oder lokal durch ungleichmäßige Verteilung auf den Boden.

Dünger

Organische Substanz in Düngern = teure Abfallentsorgung?

Als Ausgangsstoffe eines Spezialdüngers werden Phosphatkali, pflanzliche Rückstände aus der Lebens-, Genuss- und Futtermittelherstellung, Ammoniumsulfat, Kieserit, Harnstoff, Kakaoschalen und Kaliumsulfat angegeben. Der organische Anteil beträgt ca. 30 %. Die Anwendungsempfehlung lautet: 2 - 3 mal im Jahr 100 - 120 g / m². Ein Kilogramm kostet ca. 3,60 €.

Die Inhaltsangabe lässt vermuten, dass der organische Anteil im wesentlichen aus Abfallstoffen besteht (Rückstände aus...., Kakaoschalen), dem Mineraldünger zugesetzt wurden.

Die Anwendung kostet ca. 1 € / m² und Jahr. Mischt man selbst die angegebenen Mineraldünger würde man ca. 30 Cent / m² und Jahr benötigen.

Die Idee mit diesem Dünger den Humusgehalt des Bodens zu verbessern ist abwegig. Um den Humusgehalt bis 10 cm Bodentiefe um 1 % anzuheben, müsste man diesen Dünger 12 Jahre anwenden, wobei nicht berücksichtigt ist, dass der größte Teil der organischen Stoffe im Boden inzwischen zersetzt ist.

Düngung

Ob Mineraldünger oder organischer Dünger, es kommt

auf die richtige Zusammensetzung

auf die richtige Menge

auf den richtigen Zeitpunkt an

Düngung

Auf die richtige Zusammensetzung der Dünger kommt es an:

Einige organische Dünger sind unausgewogen in ihrer Zusammensetzung. Dies wird in einigen Handelsformen ausgeglichen (z.B. Kalium zu Hornmehl oder Hornspänen). Für die Landwirtschaft entwickelte Standarddünger (NPK-Dünger, z.B. 12:12:17) enthalten für viele Stauden und Gemüse relativ zuviel Phosphor und zu wenig Kalium. Hier hilft entweder die Wahl eines anderen Mehrstoffdüngers (z.B. Nitrophoska perfekt 10:5:20) oder Einzeldünger im richtigen Verhältnis zusammenzumischen.

Einige Kulturen benötigen eine zweite, meist stickstoffbetonte Düngung.

Überflüssig und sehr teuer erscheint mir das Riesenangebot von Spezialdüngern. Da gibt es Spezialdünger für Rasen, Beeren, Tannen, Rhododendren, Bux, Hortensien, Gemüse, Tomaten, "Bodenaktivatoren" und sogar homöopathische Mittel.

Mit ein bisschen Kenntnis über die Ansprüche der Pflanzen und die Zusammensetzung der Einzeldünger können die meisten der Spezialdünger preiswert ersetzt werden.

Düngung

Auf die richtige Menge an Dünger kommt es an

Grundsatz für Staudengärtner: ihr Garten ist kein Erwerbsbetrieb, es kommt nicht auf maximale Ernte an. Stets müssen bei der Düngung Aspekte des Boden- und Grundwasserschutzes mitbedacht werden.

Die Düngermenge richtet sich nach dem Nährstoffangebot des Bodens und dem Entzug durch die spezielle Kultur.

Das Nährstoffangebot ist in den meisten Gartenböden hoch bis sehr hoch. Im Zweifel hilft eine Bodenanalyse (Gartencenter, LUFA, bitte Bodenart, pH und Nährstoffe bestellen).

Der Nährstoffentzug durch Pflanzen schwankt in weiten Grenzen

Beispiel Stickstoffentzug von Gemüse:

niedrig (5 - 7 g N / m²): Feldsalat, Bohne, Erbse, Radieschen, Spargel, Kopfsalat

mittel: (7-15 g N / m²): Möhre, Grünkohl, Kohlrabi, Spinat, Porree, Sellerie

hoch: (20-30 g N / m²): Rote Beete, Rosenkohl, Tomate, Brokkoli, Weißkohl.

Die Düngergabe für Stickstoff berechnet sich aus: Entzug - Bodenvorrat- ggf. einer Kompostgabe - Stickstoff aus der Luftbelastung. Häufig ergibt die Bilanz, dass Sie nur bei mittlerem bis hohem Verbrauch eine Stickstoffdüngung erforderlich ist.

Düngung

Bei der Ausbringung werden die größten Fehler gemacht



das sind 20 g Volldünger und 1 m²,
das entspricht 200 kg / ha.

und so sieht die Bedeckung des Bodens
aus! Schaffen sie kein "blaues Wunder"!

Wiegen Sie eine Probe aus und merken
Sie sich wie groß 1 m² ist.



Düngung

Auf den richtigen Zeitpunkt kommt es an

Da organische Dünger eine mikrobielle Umsetzung erforderlich machen, besteht ein Dilemma: Zufuhr im Herbst kann bedeuten, dass in warmen Wintern, wenn keine Nährstoffe gebraucht werden, Nährstoffe freigesetzt werden, die insbesondere beim Nitrat-Stickstoff zur Auswaschung führt. Düngung im Frühjahr kann bedeuten, dass die Umsetzung zu spät kommt.

Bei mineralischen Düngern besteht das Risiko einer Überdüngung, die ebenfalls eine Grundwasserbelastung darstellen kann. Dies gilt insbesondere bei sandigen Böden.

Empfehlungen:

einjährige Kulturen (Gemüse, Blumen): nach der Pflanzung, ggf. ist eine weitere Düngung entwickelter Pflanzen als Kopfdüngung erforderlich.

Dauerkulturen (Obstbäume, Ziersträucher, Nadelbäume): im zeitigen Frühjahr

Rosen: zwischen April und Mai (spätere Düngung verhindert winterfeste Triebe)

Schnittstauden: im zeitigen Frühjahr und im Sommer nach dem Schnitt

Kübelpflanzen: während der Vegetationsperiode regelmäßig kleine Mengen

Gesetzlicher Bodenschutz im Garten?

Das Bundes-Bodenschutzgesetz

Das Bundes-Bodenschutzgesetz, die Bundes-Bodenschutzverordnung und die entsprechenden Landesgesetze gelten uneingeschränkt auch für Gärten. Danach sind schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden und die Funktionen des Bodens zu schützen.

Einige Regeln zum bodenschonenden Gartenbau:

- Sorgen sie dafür, dass beim Bau von Gebäuden die Gartenflächen konsequent vor Verdichtung und Schadstoffeintrag geschont werden.
- Lassen Sie ab von dem Wahn die Gärten zuzupflastern.
- Wählen Sie die Pflanzen nach den Eigenschaften der Böden und schaffen Sie sich nicht Böden, die zu Ihren Pflanzen passen.
- Im Privatgarten kommt es nicht auf „Höchstleistungen“ an. Deshalb düngen Sie sparsam und unter Berücksichtigung aller Quellen.
- Gehen Sie im Privatgarten gelassen mit „Schadinsekten“ und „Unkräutern“ um.
- Verwenden Sie zur Bodenverbesserung soweit wie möglich eigenen Kompost. oder Qualitätskompost und vermeiden Sie Torf.
- Geben Sie Kindern eine Chance Böden und ihre Bedeutung kennen zu lernen.

Fazit: mit und nicht gegen den Boden gärtnern !

Literatur

Bergmann, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Finck, A. (2007): Pflanzenernährung in Stichworten. Hirt-Verlag, Kiel.

Miehlich, G. (2007): Torf gehört ins Moor und nicht in den Garten. Gartenfreund, Nr. 3, S. 52-53.

Sulzberger, R. (2003): Kompost, Erde, Düngung. BLV-Verlagsgesellschaft, München, Wien, Zürich.

Verband der Humus- und Erdenwirtschaft (Hg., 2009): HuMuss - die Zeitung für die Praxis, Heft 20, S. 5.

Wild A. (1995): Umweltorientierte Bodenkunde. Spektrum-Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.